

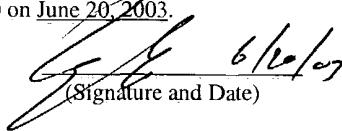
**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

APPLICANTS : Joo-Hoon Lee et al.  
SERIAL NO. : Not Yet Assigned  
FILED : June 20, 2003  
FOR : METHOD FOR FABRICATING PLANAR LIGHT  
WAVEGUIDE CIRCUITS WITH VERTICAL TAPER  
STRUCTURE

**Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8**

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, COMMISSIONER FOR PATENTS, P. O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA. 22313-1450 on June 20, 2003.

Steve S. Cha, Reg. No. 44,069  
Name of Registered Rep.)

 6/20/03  
(Signature and Date)

**PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. BOX 1450  
ALEXANDRIA, VA. 22313-1450

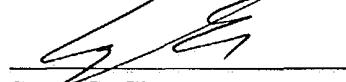
Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Republic of Korea	2002-51359	August 29, 2002

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed. Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

  
Steve S. Cha  
Attorney for Applicant  
Registration No. 44,069

CHA & REITER  
411 Hackensack Ave, 9<sup>th</sup> floor  
Hackensack, NJ 07601  
(201)518-5518

Date: June 20, 2003



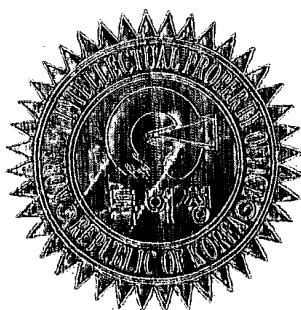
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2002-0051359  
Application Number PATENT-2002-0051359

출 원 년 월 일 : 2002년 08월 29일  
Date of Application AUG 29, 2002

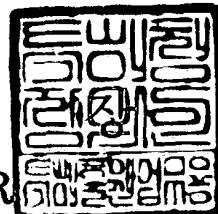
출 원 인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2002 년 10 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.08.29
【국제특허분류】	G02B
【발명의 명칭】	버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법
【발명의 영문명칭】	FABRICATION METHOD OF PLANAR LIGHT WAVEGUIDES CIRCUIT WITH VERTICAL TAPER STRUCTURE
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	1999-006038-0
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이주훈
【성명의 영문표기】	LEE, Joo Hoon
【주민등록번호】	710102-1063412
【우편번호】	449-840
【주소】	경기도 용인시 수지읍 풍덕천 신정마을 현대 프라임아파트 206-801
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최덕용
【성명의 영문표기】	CHOI, Duk Yong
【주민등록번호】	690529-1229317
【우편번호】	431-735
【주소】	경기도 안양시 동안구 부흥동 은하수한양아파트 503동 105호
【국적】	KR
【실사청구】	청구

1020020051359

출력 일자: 2002/10/23

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정  
에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인  
이건주 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
【가산출원료】	0	면	0	원
【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	3	항	205,000	원
【합계】	234,000			원

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 코어층과 언더 클래드층으로 구성된 기판에 광학 소자와 다수의 광도파로열이 결합된 구조의 평면 광도파로 소자를 형성하는 방법에 있어서, 상기 코어층에 상기 평면 광도파로 소자의 마스크 패턴을 형성하기 위한 하드층을 적층하는 과정과, 상기 하드층에 마스크 패턴을 형성하는 마스크 패턴 형성 과정과, 상기 마스크 패턴의 상기 광학 소자와 상기 광도파로열 결합 부분에 포토레지스트층을 적층하는 포토레지스트 적층 과정과, 상기 포토레지스트층에 그레이 스케일 마스크를 사용하여, 상기 포토레지스트층을 버티컬 테이퍼 구조로 성형하는 버티컬 테이퍼 구조 형성 과정과, 상기 버티컬 테이퍼 구조의 포토레지스트층과 상기 마스크 패턴을 사용하여, 상기 코어층을 식각시키는 식각 과정을 포함하여 구성된다.

**【대표도】**

도 3

**【색인어】**

평면 광도파로 소자, 버티컬 테이퍼, 마스크 패턴

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법{FABRICATION METHOD OF PLANAR LIGHT WAVEGUIDES CIRCUIT WITH VERTICAL TAPER STRUCTURE}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 평면 광도파로 소자의 사시도,

도 2a는 종래의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 마스크 패턴 형성 과정을 나타내는 사시도,

도 2b는 종래의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위하여, 평면 광도파로 소자의 분기부에 쉐도우 마스크 설치 과정을 나타내는 사시도,

도 2c는 종래의 쉐도우 마스크를 사용하여 형성된 버티컬 테이퍼 구조를 나타내는 사시도,

도 2d는 도 2b의 쉐도우 마스크가 설치된 평면 광도파로 소자의 측면을 나타내는 측면도,

도 3은 본 발명의 그레이 스케일 마스크를 사용한 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자 성형 과정을 나타내는 순서도,

도 4a는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 하드총 위에 포토레지스트 마스크 패턴 형성 과정을 나타내는 사시도,

도 4b는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 하드 마스크총 형성 과정을 나타내는 사시도,

도 4c는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 하드 마스크층 위에 마스크 패턴 형성 과정을 나타내는 사시도,

도 4d는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 상기 도파로열과 광학 소자 의 결합 부분에 포토레지스트층 적층 과정을 나타내는 사시도,

도 4e는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 상기 포토레지스트층에 그레이스케일 마스크를 사용하여 테이퍼 구조 성형 과정을 나타내는 사시도,

도 4f는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조로 성형된 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 형태를 나타내는 사시도,

도 5a는 본 발명의 버티컬 테이퍼 구조의 성형을 위한 상기 포토레지스트층에 그레이스케일 마스크를 사용하여 자외광을 노광하는 과정을 나타내는 측면도,

도 5b는 본 발명의 그레이스케일을 사용하여 버티컬 테이퍼 구조로 성형된 포토레지스트층을 나타내는 측면도.

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<15> 본 발명은 평면 광도파로 소자의 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제조 방법에 관한 것이다.

<16> 통상적으로 평면 광도파로 소자(PLC)는 초고속 광통신 망에서 집적 광학 소자를 이루는 필수적인 소자로써 광 분배기, 광 결합기, 모듈레이터, 간접계형 스위

치, 반도체 레이저 및 고밀도 파장 분할 다중화(Dense Wavelength Division

Multiplexing : DWDM) 통신용 소자 등에 꽤 넓게 이용되고 있다.

<17> 도 1은 일반적인 형태의 평면 광도파로 소자의 사시도이다. 상기 평면 광도파로 소자는 슬랩(111)과 광도파로열(112)간의 분기부를 구비하여 구성된다. 그러나, 상기 슬랩(111)과 상기 광도파로열(112)간의 분기부의 부정합은 광신호 손실의 요인으로 작용한다. 즉, 구조가 상이한 다수의 광도파로열(112)과 슬랩(111)의 분기부의 크기 차이가 광 신호의 손실의 요인으로 작용한다. 예를 들어, 광도파로열 격자들(Arrayed Waveguide Gratings)의 슬랩(Slab)과 광도파로열(Arrayed Waveguide)의 결합 또는, 광 세기 분할기(Optical Power Splitter)의 Y-Branch와 광도파로열(Arrayed Waveguide) 등의 부정합은 광신호의 손실을 유발한다. 또한 일부 광신호가 복사되어 다른 채널의 광신호와 간섭(Cross talk)을 유발한다.

<18> 도 2a 내지 도 2c는 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 과정 각각의 단계를 나타내는 사시도이다. 도 2c를 참조하면, 평면 광도파로 소자(220)는 광도파로열(222)과, 상기 슬랩(221)을 구비하여 형성되어 있으며, 상기 슬랩(221)과 상기 광도파로열(222)의 분기부에 쉐도우 마스크(250)를 사용하여 형성된 버티컬 테이퍼 구조(223)로 구성된다. 즉, 버티컬 테이퍼 구조(223)를 구비한 평면 광도파로 소자는 상기 슬랩(221)과 상기 광도파로열(222)이 접하는 분기부에 상기 광도파로열(222)의 길이 방향으로 선형적으로 감소되는 기울기를 갖는 버티컬 테이퍼 구조(223)를 갖는다.

<19> 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 쉐도우 마스크(250)를 사용한 버티컬 테이퍼 구조(221)의 평면 광도파로 소자의 제작 방법은 하드층(211) 적층 후, 상기 하드층(211)에

마스크 패턴을 형성하는 마스크 패턴 형성 과정과, 쉐도우 마스크(250) 설치 과정과, 상기 코아충(220)을 식각시키는 건식 식각 과정으로 구성된다.

<20>      도 2a를 참조하면, 상기 마스크 패턴 형성 과정은 상기 코어(220)충 위에 하드충(211)을 적층한 후, 성형하고자하는 마스크 패턴을 상기 하드충(211)위에 형성시키는 과정이다. 상기 하드충(211)은 금속 또는 무기질 박막 등이 사용 가능하다. 상기 코어충(220)의 하부에는 언더 클래드충(230)이 적층되어 있다.

<21>      도 2b와 2d를 참조하면, 상기 쉐도우 마스크 설치 과정은 상기 평면 광도파로 소자의 상기 슬랩(221)과 상기 광도파로열(222)간의 분기부에 소정의 높이(252)를 갖는 더미 마스크(251)를 설치한 후, 상기 더미 마스크(251)의 상부에 상기 쉐도우 마스크(250)를 설치하는 과정이다. 상기 쉐도우 마스크(250) 설치 과정은 버티컬 테이퍼 구조(223)의 기울기 등의 형태를 결정하는 과정으로서, 상기 더미 마스크(251)의 높이(252)와 상기 쉐도우 마스크(250)의 크기(253)를 조정하여 버티컬 테이퍼의 기울기, 길이, 형태 등을 조정한다.

<22>      그러나, 상기 쉐도우 마스크를 사용한 버티컬 테이퍼 구조는 상기 쉐도우 마스크와 상기 평면 광도파로 소자의 이격 간격 조절이 용이하지 않다. 또한, 상기 더미 마스크를 상기 분기부에 정확히 정렬시키는 것은 용이하지 않다. 따라서, 제품이 재현성이 떨어져서, 대량 생산에 적합하지 않다.

<23>      도 2c를 참조하면, 상기 건식 식각 과정은 상기 쉐도우 마스크(250)의 이격 높이(252)와 크기(253), 그리고 식각률을 조절하여 버티컬 테이퍼 구조(223)를 조정한다. 상기 건식 식각 과정은 가스를 이용한 식각 방법으로서, 주로 이온 플라즈마를 사용하여 미세 패턴 가공이 용이하며, 주로 사용되는 가스로는 SF<sub>6</sub>

$\text{Si}_6$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{BCl}_3$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SiCl}_2$  등이 사용 가능하다.

<24> 그러나, 쉐도우 마스크를 사용한 버티컬 테이퍼 구조의 성형 방법은 평면 광도파로 소자의 분기부에 정확하게 위치시켜야 하나, 용이하지 않다. 따라서, 버티컬 테이퍼 구조의 기울기, 길이 등의 형태 조정이 용이하지 않으며, 제품의 재현성이 떨어져서, 대량 생산 공정에 적용이 적합하지 않다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 본 발명의 목적은 광학 소자와 광도파로열의 결합 부분에서 발생하는 부정합으로인한, 광신호 손실이 없고, 제작이 용이하며, 버티컬 테이퍼의 구조 및 형태 조정이 용이한 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자 제조방법을 제공하는데 있다.

<26> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은 코어충과 언더 클래드충으로 구성된 기판에 광학 소자와 다수의 광도파로열이 결합된 구조의 평면 광도파로 소자를 형성하는 방법에 있어서,

<27> 상기 코어충에 상기 평면 광도파로 소자의 마스크 패턴을 형성하기 위한 하드충을 적층하는 과정과;

<28> 상기 하드충에 마스크 패턴을 형성하는 마스크 패턴 형성 과정과;

<29> 상기 마스크 패턴의 상기 광학 소자와 상기 광도파로열 결합 부분에 포토레지스트 층을 적층하는 포토레지스트 적층 과정과;

<30> 상기 포토레지스트층에 그레이 스케일 마스크를 사용하여, 상기 포토레지스트층을 버티컬 테이퍼 구조로 성형하는 버티컬 테이퍼 구조 형성 과정과;

<31> 상기 버티컬 테이퍼 구조의 포토레지스트층과 상기 마스크 패턴을 사용하여, 상기 코아층을 식각시키는 식각 과정으로 구성된다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<32> 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

<33> 통상적으로 상기 평면 광도파로 소자는 실리콘 또는 유리 재질의 기판위에 언더 클래드층과 코아층이 적층된 기판상에, 다수의 광도파로열과 광학 소자들의 식각하여 제작된다. 예를 들어, 상기 평면 광학 소자는 상기 다수의 광도파로열과 슬랩(Slab)의 결합, 또는 광세기 분할기와 Y 브랜치 등으로 구성된다. 이러한 다분기 또는 결합 구조는 부정합의 요인으로 작용하여, 광신호 세기의 손실 및 다른 채널의 광신호와 간섭(Cross Talk)을 유발하는 요인으로 작용한다. 상술한 문제점을 해결하기 위한 쉐도우 마스크를 사용한 제작 방법은 평면 광도파로 상에 상기 쉐도우 마스크를 정위치에 접합하여야 하며, 또한, 버티컬 테이퍼의 길이, 기울기, 형태등을 조절하는데 어려움이 있다. 따라서, 본 발명은 상기 슬랩과 상기 광도파로열간의 부정합으로 인한 광손실을 최소화

하며, 기울기, 길이 등의 구조 조정과 제작이 용이한 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법의 제공에 있다.

<34> 도 3에 도시된 바와 같이, 그레이 스케일 마스크(500)를 사용한 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법은 하드층 적층 과정(300)과, 상기 하드층에 마스크 패턴을 형성하는 마스크 패턴 형성 과정(310)과, 포토레지스트 적층 과정(320)과, 그레이 스케일을 사용하여 버티컬 테이퍼 형성 과정(330)과, 상기 코아층을 삭각시키는 삭각 과정(340)으로 구성된다.

<35> 상기 하드층 적층 과정(300)은 상기 기판의 코아층위에 상기 삭각 과정에서 삭각 마스크 역할을 하는 하드층을 증착하는 과정이며, 이러한 하드층으로서 금속 혹은 무기질 박막등이 사용 가능하다.

<36> 도 4a 내지 도 4c를 참조하면, 상기 마스크 패턴 형성 과정(310)은 상기 하드층의 상면에 포토레지스트층(410)을 적층한 후, 광회로 패턴을 노광과, 현상 방법에 의한 리소그라피 공정으로 광도파로열(412)과 광학 소자(411)가 형성된 광회로 패턴을 포토레지스트층(410)에 형성한다. 상기 광회로 패턴이 형성된 포토레지스트층(410)은 삭각 공정을 통하여, 상기 하드층(420)에 광회로 패턴을 형성시킨 후, 잔류하는 포토레지스트층을 스트립 공정으로 제거하여 상기 하드층에 마스크 패턴을 형성시키는 과정이다.

<37> 도 4d를 참조하면, 상기 포토레지스트 적층 과정(330)은 상기 하드층(420)의 마스크 패턴상에 버티컬 테이퍼 구조를 형성하고자하는 광학 소자(422)와 광도파로열(421)간의 분기 부분에 테이퍼 구조를 형성하기 위한 버티컬 테이퍼 구조를 구현하기 위한 포토레지스트층(430)을 적층하는 과정이다. 상기 포토레지스트층(430)은 버티컬 테이퍼의 길이와 기울기와 상기 코아와의 삭각비를 고려하여 두께를 설정한다.

<38> 도 4e와 도 5a내지 도 5b를 참조하면, 상기 버티컬 테이퍼 형성 과정(330)은 상기 포토레지스트층 적층 과정(320) 후, 상기 포토레지스트층(430)을 상기 그레이 스케일 마스크(500)를 이용하여 노광한다. 상기 그레이 스케일 마스크(500)는 자외선 투과율을 점진적으로 증가 또는 감소시킴으로써, 원하는 형태의 포토레지스트 프로파일을 얻을 수 있도록 한다. 즉, 버티컬 테이퍼 구조의 형태는 상기 그레이 스케일 마스크(500)의 자외선 투과량 변화 단계에 따라서, 노광 정도에 따라 제거되는 상기 포토레지스트층(430)의 깊이가 달라져 경사진 프로파일을 얻을 수 있게 된다. 도 5a를 참조하면, S1에서 S2로 진행할수록 자외선 투과량이 감소하도록 상기 그레이 스케일 마스크(500)가 위치된다. 또한, 상기 그레이 스케일 마스크(500)의 투과량 변화정도를 조절하여, 버티컬 테이퍼 구조의 기울기 또는 형태 등의 조정이 용이하다.

<39> 도 4e 내지 도 4f를 참조하면, 상기 식각 과정(340)은 광회로 패턴이 형성된 상기 하드층(420)과 버티컬 테이퍼 구조의 포토레지스트층(430)이 적층된 코아(402)를 건식 식각함으로써, 상기 버티컬 테이퍼 구조의 포토레지스트층(430)이 적층된 부분은 버티컬 테이퍼 구조를 형성한다. 즉, 하드층(420)에 형성된 광회로 패턴은 코아(402)에 동일한 형태의 광회로 패턴을 형성시키고, 버티컬 테이퍼 구조의 상기 포토레지스트층(430)역시 상기 코아(402)의 광회로 패턴 분기부에 버티컬 테이퍼 구조를 형성시킨다.

<40> 이 후, 잔존하는 하드층과 포토레지스트층을 스트립한 후, 오버 클래드층을 적층하여 평면 광도파로 소자를 제작한다.

**【발명의 효과】**

<41> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법에 있어서 그레이 스케일 마스크를 사용하여 버티컬 테이퍼 구조로 성형함으로써, 광학 소자와 광도파로열간의 부정합으로 인한 광신호의 손실을 방지하고, 버티컬 테이퍼 구조의 형성이 용이하여 제작 공정이 용이하다. 또한, 그레이 스케일 마스크의 투과량의 변화 정도를 조정하여, 버티컬 테이퍼의 길이 및 기울기등의 형태 조절이 용이한 이점이 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

코어층과 언더 클래드층으로 구성된 기판에 광학 소자와 다수의 광도파로열이 결합된 구조의 평면 광도파로 소자를 형성하는 방법에 있어서,

상기 코어층에 상기 평면 광도파로 소자의 마스크 패턴을 형성하기 위한 하드층을 적층하는 과정과;

상기 하드층에 마스크 패턴을 형성하는 마스크 패턴 형성 과정과;

상기 마스크 패턴의 상기 광학 소자와 상기 광도파로열 결합 부분에 포토레지스트 층을 적층하는 포토레지스트 적층 과정과;

상기 포토레지스트층에 그레이 스케일 마스크를 사용하여, 상기 포토레지스트층을 버티컬 테이퍼 구조로 성형하는 버티컬 테이퍼 구조 형성 과정과;

상기 버티컬 테이퍼 구조의 포토레지스트층과 상기 마스크 패턴을 사용하여, 상기 코아층을 식각시키는 식각 과정을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서,

상기 포토레지스트층과 상기 코아층의 식각 선택비를 조절하여, 버티컬 테이퍼의 기울기를 조정함을 특징으로 하는 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법.

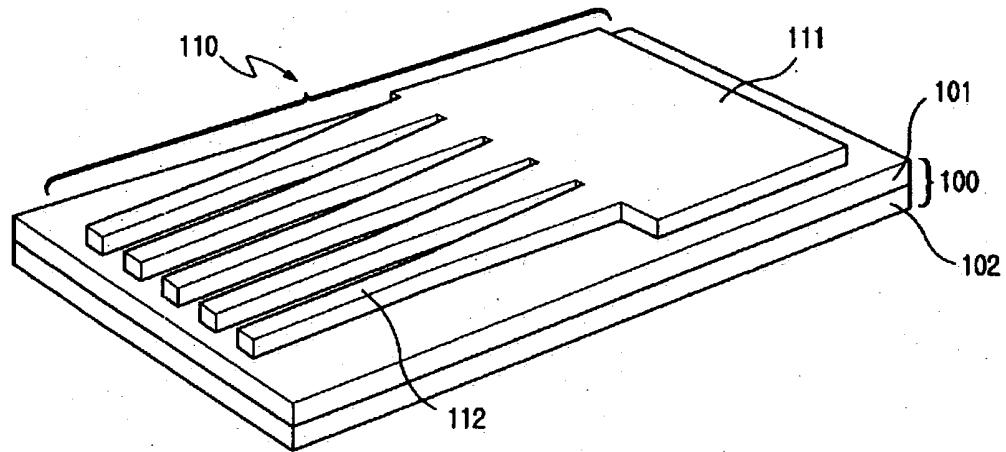
【청구항 3】

제 1항에 있어서,

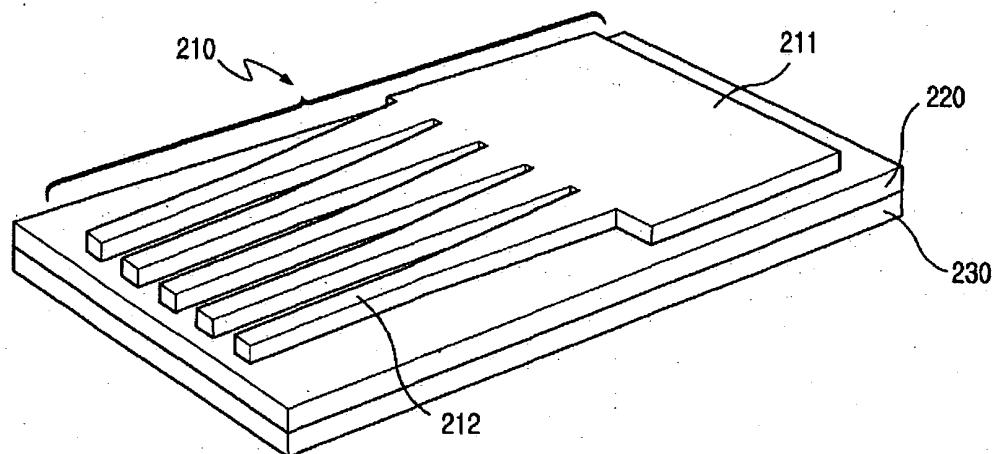
상기 그레이 스케일 마스크의 투과율 변화 폭을 조절하여, 버티컬 테이퍼의 기울기  
를 조정함을 특징으로 하는 버티컬 테이퍼 구조의 평면 광도파로 소자의 제작 방법.

## 【도면】

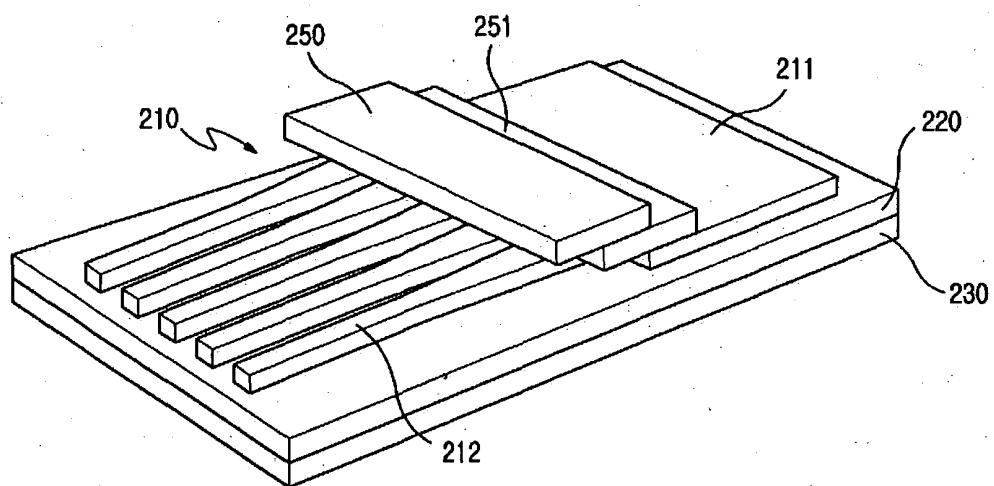
【도 1】



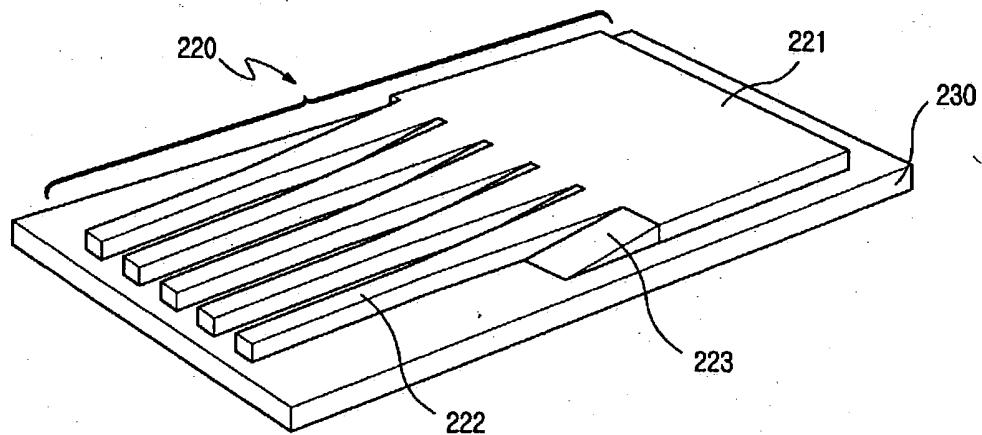
【도 2a】



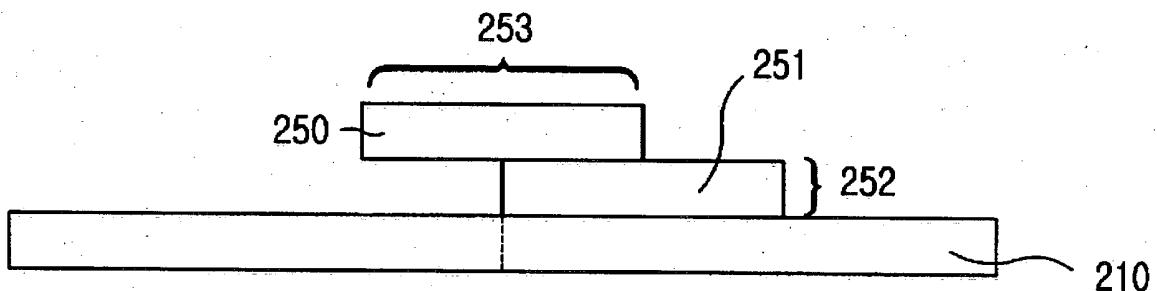
【도 2b】



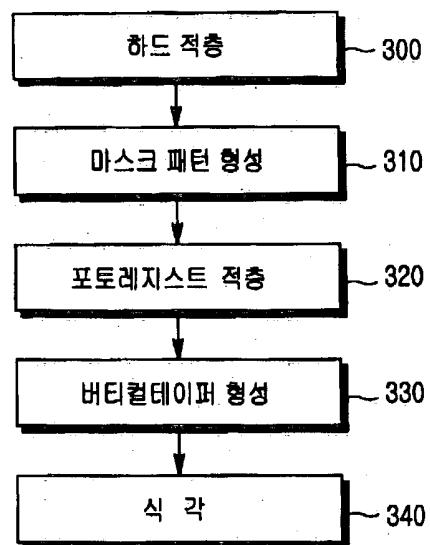
【도 2c】



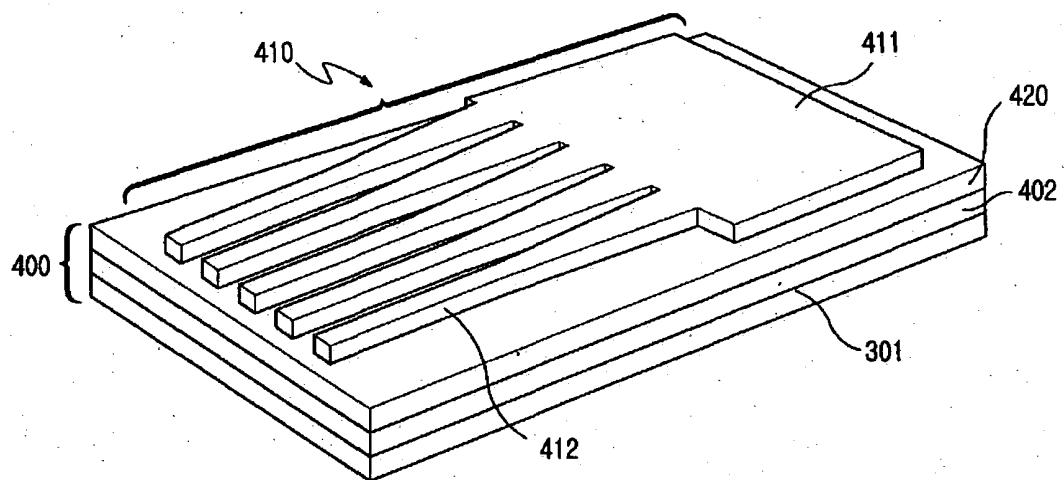
【도 2d】



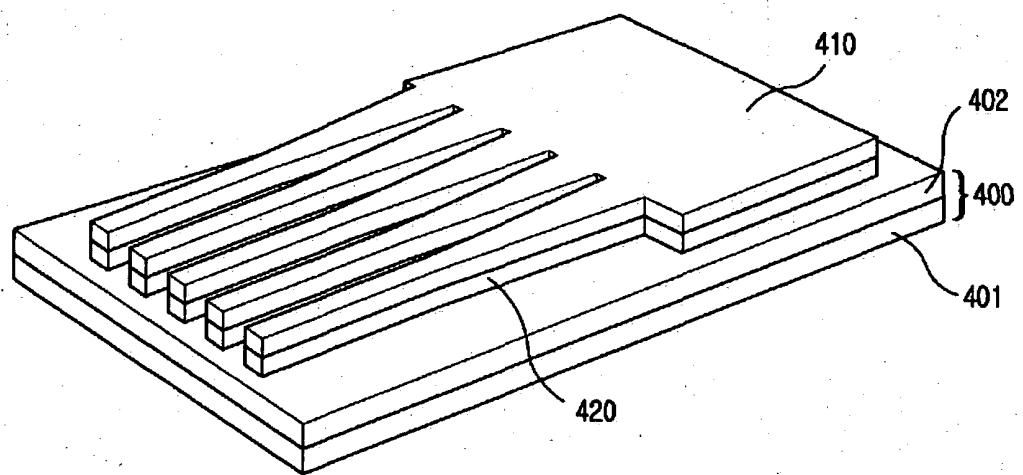
## 【도 3】



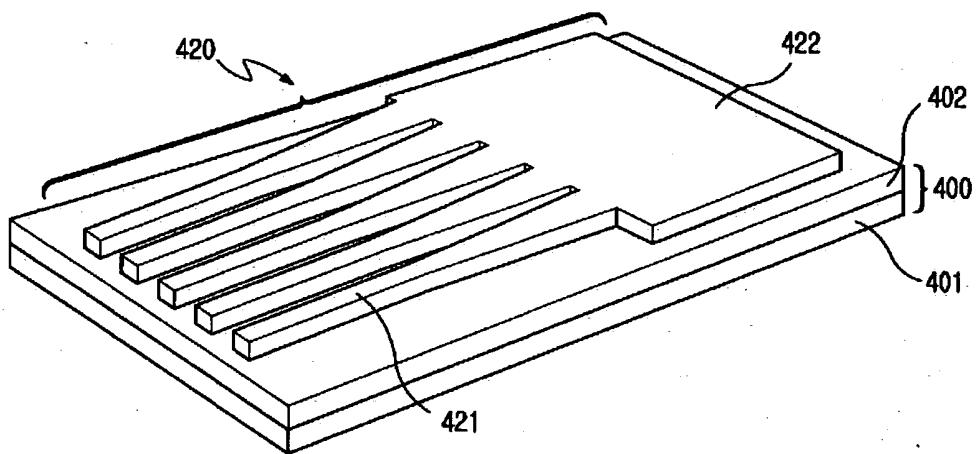
【도 4a】



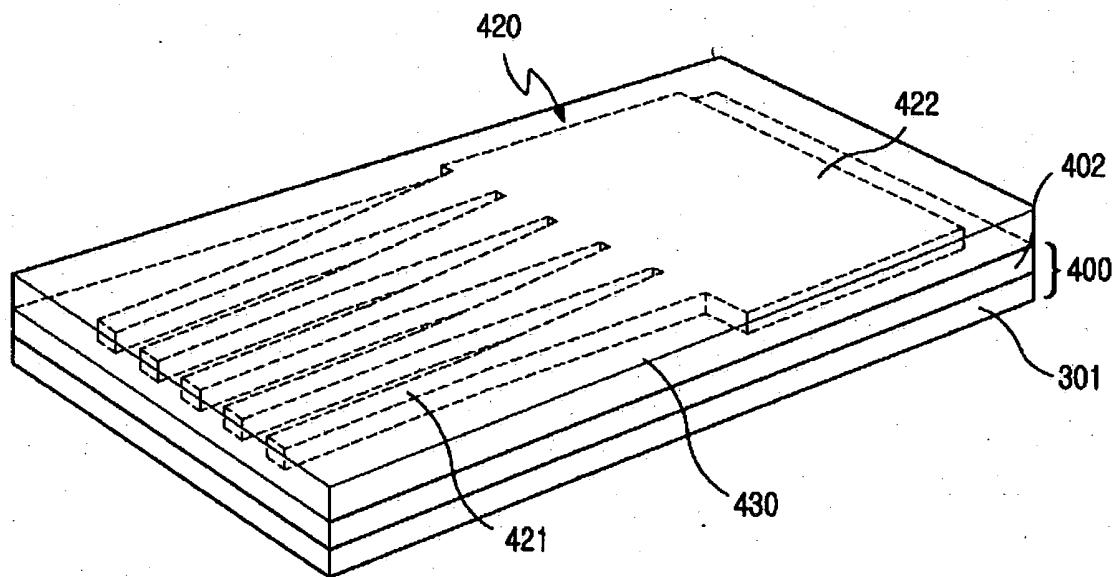
【도 4b】



【도 4c】



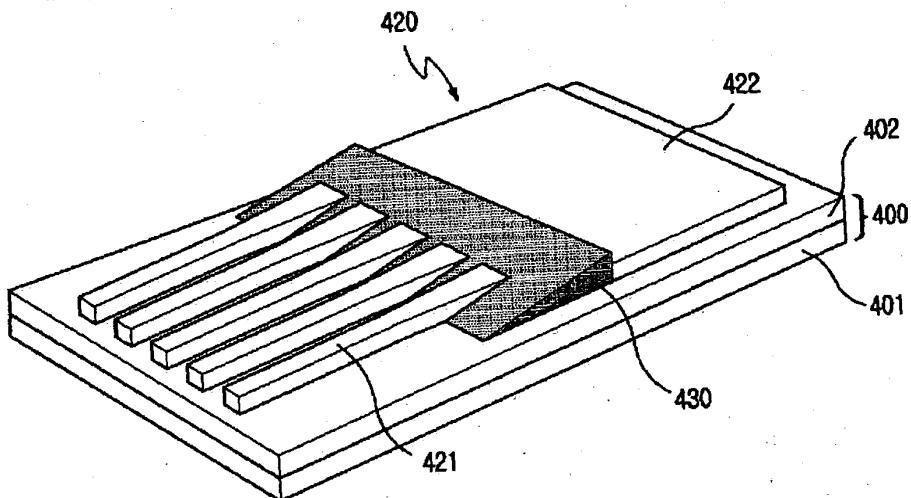
【도 4d】



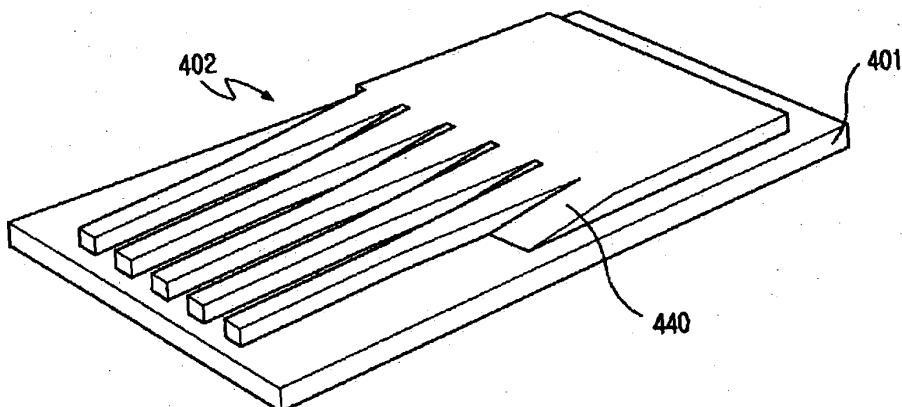
출력 일자: 2002/10/23.

1020020051359

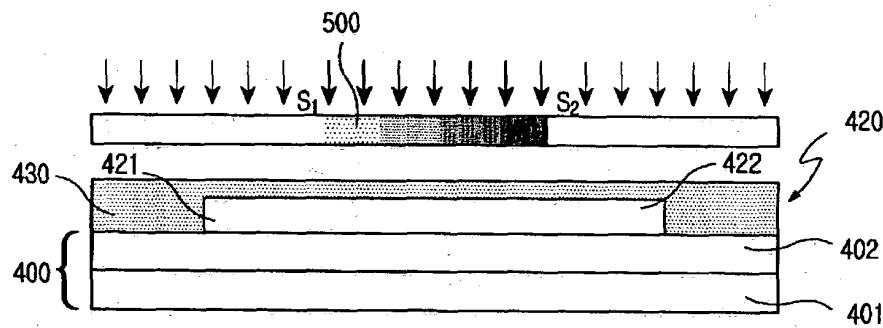
【도 4e】



【도 4f】



【도 5a】



【도 5b】

